

ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN GSM-R (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION-RAILWAY) UNTUK KOMUNIKASI TRAIN DISPATCHING DI KORIDOR JAKARTA-BANDUNG

Adiet Andriancoko¹, Nachwan Mufti², Chomsa Hidayat ..³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Teknologi transportasi di Indonesia sudah berkembang pesat, khususnya transportasi kereta api yang dikelola oleh PT KAI (persero). Hal ini harus ditunjang dengan sistem telekomunikasi yang baik di dalam jaringan kereta api sendiri demi kenyamanan dan keamanan bersama. Masalah yang dihadapi oleh PT. KAI (persero) adalah sistem telekomunikasi yang masih manual dengan teknologi yang masih tertinggal dari negara-negara di Eropa. PT. KAI (persero) masih menggunakan kabel tembaga dan sudah ada yang menggunakan kabel optik untuk keperluan pensinyalan.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah mengimplementasikan Global System Mobile - Railway atau GSM-R pada jaringan perkeretaapian Indonesia. GSM-R adalah jaringan telekomunikasi khusus digunakan untuk kelancaran perjalanan, keamanan, dan kenyamanan dalam menggunakan kereta api. Dengan melihat kinerja GSM-R yang terbukti sukses di negara-negara Eropa, GSM-R di Indonesia diharapkan bisa mengatasi masalah komunikasi khususnya dalam komunikasi train dispatching. Dengan memperhatikan frekuensi uplink dan downlink, ketersediaan BTS, dan regulasi pemerintah mengenai penggunaan kanal frekuensi bersama.

Perancangan ini bertujuan untuk mengetahui coverage dan kapasitas jaringan GSM-R untuk diterapkan di jalur kereta api. Hasil perhitungan diperoleh total kebutuhan trafik sebesar 1,467 erlang. Berdasarkan tabel erlang dengan probabilitas blocking 1 %, maka jumlah kanal yang diperlukan hanya 6 kanal. Hasil perhitungan MAPL menghasilkan jari-jari sel minimum adalah 5,322 kilometer. Daya transmisi BTS maksimal adalah sebesar 41,529 dBm atau 7,127 watt dan minimal sebesar 32,995 dBm atau 1,993 watt. Untuk jaringan backhaul hanya diperlukan kanal sebesar 1 E1. Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa kualitas level sinyal dapat mencapai hingga -95 dBm.

Kata Kunci : GSM-R, frekuensi uplink dan downlink, BTS, train dispatching

Telkom
University

Abstract

Transport technology in Indonesia has been growing rapidly, especially railway transport which is managed by PT KAI (Persero). This should be supported with good telecommunication system in railway network for the comfort and security together. The problems are their telecommunication system which still manual with the technology still lags behind countries in Europe. PT. KAI (Persero) still uses existing copper wires and optical cables are used for signaling purposes.

One solution to overcome these problems is to implement the Global System Mobile - Railway or GSM-R on the railway network of Indonesia. GSM-R is a specialized telecommunications networks used to smooth travel, safety, and comfort in using the train. GSM-R in Indonesia is expected to solve communication problems especially in communications with consider to the frequency of train dispatching uplink and downlink, the availability of base stations, and government regulations regarding the use of frequency channels together.

The design aims to determine the coverage and capacity of GSM-R network to be applied on a railway. Calculation results obtained for the total traffic requirement of 1,467 erlangs. Based on erlang tables with 1% blocking probability, then the number of channels required only 6 channels. The results of MAPL calculations produce the minimum cell radius is 5,322 kilometers. BTS maximum transmission power is equal to 41.529 dBm or 7.127 watts and minimum 32.995 dBm or 1.993 watts. For the backhaul network is only required for an E1 channel. From the simulation results can be concluded that the quality level of the signal can reach up to -95 dBm.

Keywords : GSM-R, frekuensi uplink dan downlink, BTS, train dispatching

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kereta api kini menjadi angkutan massal yang mampu mengangkut penumpang maupun barang dengan kapasitas yang lebih besar daripada kapasitas angkut melalui jalan raya. Hal ini harus ditunjang dengan sistem telekomunikasi yang baik di dalam jaringan kereta api sendiri demi kenyamanan dan keamanan bersama.

Masalah yang dihadapi oleh PT. KAI (persero) adalah sistem telekomunikasi yang masih manual dengan teknologi yang masih tertinggal dari negara-negara di Eropa. PT. KAI (persero) masih menggunakan kabel tembaga dan sudah ada yang menggunakan kabel optik untuk keperluan pensinyalan. Pada mulanya sarana transmisi yang digunakan adalah gelombang mikro 2 GHz dengan subband 1,7 – 2 GHz dan untuk komunikasi dalam pengaturan perjalanan kereta api digunakan frekuensi 1,6 – 1,7 GHz. Khusus untuk perbaikan digunakan frekuensi 400 MHz. Namun, sistem tersebut mengalami masalah cukup serius karena frekuensi radio yang digunakan untuk komunikasi antar stasiun dan masinis dalam *train dispatching* yang menunjang kelancaran perjalanan kereta api terjadi interferensi dengan frekuensi yang sudah digunakan oleh operator seluler. PT. KAI (persero) harus pindah dari frekuensi yang mengalami interferensi tersebut, yakni frekuensi radio 1,7 – 2 GHz. PT. KAI (persero) harus memiliki frekuensi radio tersendiri untuk berkomunikasi.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah mengimplementasikan *Global System Mobile – Railway* atau GSM-R pada jaringan perkeretaapian Indonesia. GSM-R adalah jaringan telekomunikasi khusus digunakan untuk kelancaran perjalanan, keamanan, dan kenyamanan dalam menggunakan kereta api. Menurut *functional requirement spesification* pada dokumen yang dikeluarkan *European Integrated Railway Radio Enhanced Network*, GSM-R dapat mendukung komunikasi dalam kecepatan tinggi hingga 500 km/jam. Dengan melihat kinerja GSM-R yang terbukti sukses di negara-negara Eropa, GSM-R di Indonesia diharapkan bisa mengatasi masalah komunikasi khususnya dalam komunikasi *train dispatching* dan mampu meningkatkan kinerja PT KAI (persero). Negara Spanyol adalah salah satu

negara yang menggunakan GSM-R pada lintasan kereta api dengan panjang lintasan 1600 kilometer. Terdapat 2 tipe kereta api cepat yang telah berhasil dijalankan di Spanyol yaitu *Velaro E* dan *TALGO 350* dengan kecepatan operasional rata-rata 350 km/jam. *GSM-R* di Spanyol membantu operator kereta api berkomunikasi dalam kecepatan tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

- Mengkaji kemungkinan penerapan GSM-R di lintasan jalur kereta api Indonesia untuk komunikasi dalam kecepatan tinggi.
- Meneliti infrastruktur yang akan digunakan jika menerapkan GSM-R di jaringan perkeretaapian Indonesia.
- Memperoleh performansi jaringan yang sesuai dengan standar GSM-R.
- Menghasilkan perancangan GSM-R yang dapat diterapkan di jalur kereta api Jakarta-Bandung.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang dikemukakan diatas, maka masalah yang akan diteliti dirumuskan sebagai berikut :

- Apakah GSM-R cocok diimplementasikan di Indonesia.
- Bagaimana kinerja GSM-R dalam mengatasi keterbatasan infrastruktur telekomunikasi *train dispatching* perkeretaapian Indonesia.
- Apa saja infrastruktur yang diperlukan dalam menerapkan GSM-R di jaringan perkeretaapian Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah agar pembahasan menjadi jelas, diantaranya :

- Hanya membahas sistem komunikasi pada kereta api.
- Menjelaskan komponen yang diperlukan dalam merancang GSM-R pada jalur kereta api.
- Penelitian lapangan hanya sebatas di jalur kereta api koridor Jakarta – Bandung.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

- **Studi Literatur**

Pada tahap ini, dilakukan pendalaman materi-materi yang terkait melalui literatur dan referensi yang tersedia di berbagai sumber. Hal ini bertujuan untuk mempelajari dasar teori dan literatur-literatur mengenai konfigurasi GSM-R, sistem telekomunikasi pada jaringan kereta api Indonesia dan berbagai referensi tentang penerapan GSM-R di negara lain.

- **Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi dan data yang berhubungan dengan perancangan GSM-R.

- **Studi Analisa dan Pengembangan.**

Pada tahap ini dilakukan proses perencanaan yang meliputi desain dan spesifikasi lengkap dan menghasilkan kesimpulan apakah GSM-R bisa diterapkan di Indonesia berdasarkan kondisi telekomunikasi yang telah ada.

- **Pelaporan**

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan Tugas Akhir dan Sidang Tugas Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Dalam BAB I dibahas mengenai latar belakang masalah, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan laporan.

BAB II : Landasan Teori

Dalam BAB II dibahas mengenai landasan teori yang berkaitan dengan pengertian dan arsitektur GSM-R untuk penyusunan tugas akhir.

BAB III : Teori Perancangan GSM-R

Dalam BAB III diuraikan tentang perancangan sistem telekomunikasi pada jaringan kereta api Indonesia, proses perencanaan, dan realisasi GSM-R yang meliputi fitur, pemakaian frekuensi, dan sistem kerja GSM-R.

BAB IV : Analisa Data Hasil Perancangan

Dalam BAB IV dibahas tentang performansi GSM-R pada jaringan kereta api di Indonesia berdasarkan perancangan pada BAB III untuk menganalisis perancangan sistem GSM-R yang bisa diterapkan di Indonesia dengan studi lapangan diambil di jalur Jakarta - Bandung, serta perbandingan perencanaan sistem yang sesuai dengan standar GSM-R.

BAB V : Penutup

Dalam BAB V berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang diajukan untuk penelitian selanjutnya.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan Hasil Penelitian

Berdasarkan data-data yang diperoleh, hasil perhitungan dengan menggunakan rumus propagasi Okumura-Hata, dan hasil simulasi dengan *software* Atoll dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Total kebutuhan trafik sebesar 1,467 erlang. Berdasarkan tabel erlang dengan probabilitas *blocking* 1 %, maka jumlah kanal yang diperlukan hanya 6 kanal.
2. Panjang zona *handover overlapping* dimana 2 sel bertemu diharuskan minimal 250 meter untuk jalur antara Jakarta-Purwakarta dan Padalarang-Bandung serta 150 meter untuk jalur antara Purwakarta-Padalarang.
3. Berdasarkan hasil perhitungan MAPL, jari-jari sel minimum adalah 5,322 kilometer.
4. Daya transmisi BTS maksimal adalah sebesar 41,529 dBm atau 7,127 watt dan minimal sebesar 32,995 dBm atau 1,993 watt.
5. Kapasitas untuk jaringan *backhaul* sebesar 384 Kbps sehingga cukup jika hanya 1 E1 saja.
6. Berdasarkan pemetaan dengan *Google Earth*, BTS yang diperlukan sebanyak 26 buah karena mengikuti kontur jalur kereta api yang melalui pegunungan. Ketinggian antena juga bervariasi mengikuti ketinggian kontur jalur.
7. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas level sinyal dapat mencapai hingga -95 dBm. Selebihnya dari itu akan mengalami *dropped call*, *traffic channel blocking*, dan *radio network congestion*. Tujuan dari perencanaan ini juga tercapai yaitu tidak melebihi dari 1 % untuk *dropped call*, *traffic channel blocking*, dan *radio network congestion*.

5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan untuk menerapkan teknologi GSM-R di koridor Jakarta-Bandung, antara lain:

1. Pembersihan frekuensi yang optimal supaya tidak terjadi *overlap* dengan frekuensi CDMA. Hal ini perlu diperhatikan regulasi pemerintah dan kerja sama dengan operator terkait.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai interferensi jaringan antara GSM-R dengan operator publik lainnya.

3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut oleh pihak PT. Kereta Api (persero) sendiri terutama penelitian di lapangan agar penerapan GSM-R bisa optimal untuk menunjang keperluan *train dispatching*.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wardana, Rahma Wisnu. 2010. *Studi Tentang Teknologi GSM untuk Sistem Telekomunikas Perkeretaapian di Indonesia*. Surabaya : Institut Sepuluh November.
- [2] European Train Control System,
<URL: http://en.wikipedia.org/wiki/European_Train_Control_System>
- [3] Rappaport, Theodore. 2001. *Wireless Communications: Principles and Practice*. Prentice Hall.
- [4] European Rail Traffic Management System,
<URL: http://en.wikipedia.org/wiki/European_Rail_Traffic_Management_System>
- [5] Intelligent Network = Jaringan Cerdas, sedikit pendahuluan,

<URL: <http://arikuncoro.com/intelligent-network-jaringan-cerdas-sedikit-pendahuluan>>
- [6] GSM Railway, <URL: <http://www.sagemcom.com/national>>
- [7] Class Modifications - 156 Super-Sprinter, <URL: http://dysgraphyk.madasafish.com/156/class156_mods.htm>
- [8] Pratama, Sandhi Setya. 2010. *Sinyal Kereta Api Jadul & Modern*. Depok: PT Ilalang Sakti Komunikasi.
- [9] Sudarsih, Amad. 2010. *Sinyal Kereta Api Jadul & Modern*. Depok: PT Ilalang Sakti Komunikasi.
- [10] All About Kereta Api, <URL : forum.detik.com>
- [11] Mengatur Kereta Api dengan Sinyal, <URL: <http://www.dardela.com>>
- [12] PPKA, <URL: <http://id.wikipedia.org/wiki/PPKA>>
- [13] European Train Control System, <URL: http://ertms.uic.asso.fr/2_etcs.html>
- [14] Harsono, Nonot. *Dasar Sistem Telekomunikasi*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.

- [15] Wordpress, **Inilah Alokasi Frekuensi Operator GSM Indonesia**, <URL : <http://julitra.wordpress.com/2009/01/24/melihat-kembali-alokasi-frekuensi-operator-gsm>>. Diakses tanggal : 21 Februari 2011.
- [16] GSM-R Info, <URL: <http://www.gsmr-info.com>>. Diakses tanggal : 7 Mei 2011.
- [17] **GSM-R Radio Planning Guidelines**, <URL: www.jernbanelverket.no>. Diakses tanggal : 8 Juni 2011.
- [18] **How CCC builds a GSM-R Network Nominal Cell Planning**, <URL : clearcincom.com>. Diakses tanggal : 8 Juni 2011.
- [19] 3.2. GSM-R, <URL: 194.182.137.12/FA92F3F8-D7C6-4DD2-8AB7-D58FBF49A534?frames...>. Diakses tanggal : 10 Juni 2011.
- [20] ARFCN, <URL: <http://www.kamustelekom.co.cc>>. Diakses tanggal : 21 Juni 2011.
- [21] Alokasi frekuensi selular di Indonesia, <URL: <http://bikingampang.wordpress.com>>. Diakses tanggal : 30 Juni 2011.
- [22] Mobile Communication Wireless Communication System for GSM-Railway, <URL : <http://www.ajasolutions.com/mobile-com.php>>. Diakses tanggal : 11 Juli 2011.
- [23] Serat Optik, <URL : http://id.wikipedia.org/wiki/Serat_optik>. Diakses tanggal : 18 Juli 2011.
- [24] Serat Optik, <URL : <http://www.scribd.com>>. Diakses tanggal : 18 Juli 2011.
- [25] A-Interface, <URL : <http://mobileindonesia.wordpress.com/2011/02/05/a-interface>>. Diakses tanggal : 22 Juli 2011.
- [26] Abis-Interface, <URL : <http://mobileindonesia.wordpress.com/2011/02/05/abis-interface>>. Diakses tanggal : 22 Juli 2011.
- [27] Inversen, Villy B.2001. *Teletraffic Engineering*. Technical University of Denmark.